

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-320998

(43)Date of publication of application : 24.11.2000

(51)Int.Cl.

F28G 1/12
B08B 9/023
F28G 15/00

(21)Application number : 11-125628

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 06.05.1999

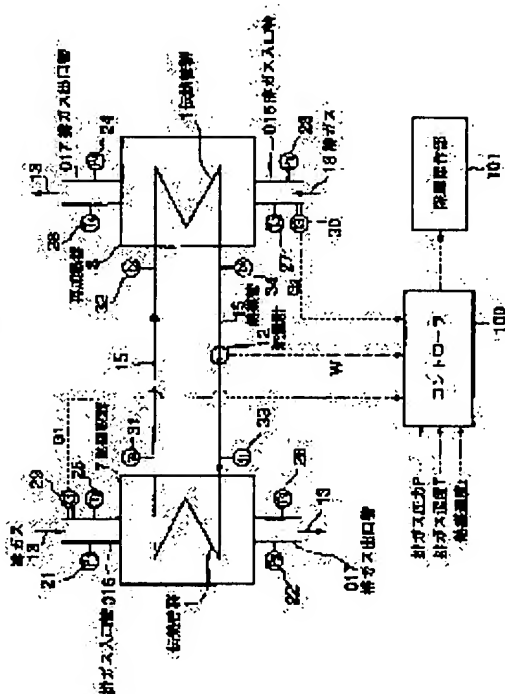
(72)Inventor : SUZUKI TOSHIKI

(54) DUST REMOVING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate useless energy or labor for removing dust by calculating the pressure loss and heat transfer coefficient of a heat exchanger based on the detected values of exhaust gas state and heat carrier state and controlling the operation of a dust remover based on the rate of pressure loss and heat transfer coefficient.

SOLUTION: A controller 100 is provided with detection values of exhaust gas pressure from exhaust gas pressure gauges 21-24, detection values of exhaust gas temperature from exhaust gas thermometers 25-28, and detection values of heat carrier temperature from heat carrier thermometers 31-34 along with detection values of exhaust gas flow rate from the exhaust gas flowmeter 29 of a heat recovery unit 7, detection values of exhaust gas flow rate from the exhaust gas flowmeter 30 of a reheater 8, and detection values of heat carrier flow rate from a heat carrier flowmeter 12. A dust removing operating section 101 control operation of a steel ball scattering dust remover or soot blower dust remover based on a control operation signal generated from the controller 100.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.04.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the dust-removing control approach using the dust collector for performing dust removing of the heat exchanger tube in heat exchangers containing soot dust for waste gas, such as a heat exchanger for exhaust gas heat recovery in a thermal power station plant etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the thermal power station plant etc., the dust collector for removing the dirt of the heat exchanger tube by the soot dust in exhaust gas etc. is equipped in exhaust gas heat, and the heat recovery machine and reheater which perform heat exchange.

[0003] Drawing 6 - drawing 7 show two examples of the dust collector in a heat recovery machine or a reheater. what is shown in drawing 6 -- a shot -- it is the heat recovery machine 7 (or reheater 8) equipped with the spraying dust collector, and, as for the heat exchanger tube group whose 1 is the aggregate of many heat exchanger tubes, and 16, the inlet port of exhaust gas and 17 are the outlets of exhaust gas in this drawing. In case exhaust gas 13 enters in a heat recovery machine from the exhaust gas inlet port 16 and carries out conduction of the heat exchanger tube group 1, after it performs a heat carrier and heat exchange, such as water, and heats this, it is discharged outside from the exhaust gas outlet 17.

[0004] two or more shots with which 2 was arranged above said heat exchanger tube group 1 -- a shot for a distributed machine and 010 to supply a shot 011 to this distributed machine 2 -- a supply pipe -- The blowdown machine for discharging the shot 011 with which 4 has fallen to the distributor and 5 has fallen at the pars basilaris ossis occipitalis of the heat recovery machine 7, a rotary separator for 6 to separate a shot 011 from dust, and the shot 011 with which 3 passed through this rotary separator 6 -- a shot -- the shot conveyed in the direction of a vertical to the inlet port of a supply pipe 010 -- it is a transport airplane.

[0005] In the heat exchanger tube group 1, although the exhaust gas 13 introduced from the exhaust gas inlet port 16 at the time of operation of this heat recovery machine 7 is sent to the exhaust gas outlet 17 after it carries out heat exchange of the inside of a heat exchanger tube to the flowing water, it adheres and deposits the dust contained in this exhaust gas on the heating surface of the heat exchanger tube group 1. The alimentation of this dust is influenced by change of a service condition, change of the operating charcoal type for fuels, etc. By deposition of this dust, while the heat transfer engine performance falls, ventilating pressure loss increases and, as for the heat exchanger tube group 1, the consumption power of an entire plant increases.

[0006] said shot -- spraying equipment wipes away the above deposition dust and demonstrates the original heat transfer engine performance to the heating surface of the heat exchanger tube group 1 -- making -- ventilating pressure -- it is installed in order to avoid disadvantage buildup. namely, -- this -- a shot -- a spraying dust collector -- setting -- every predetermined operation time of said heat recovery machine 7 -- a shot -- a shot 011 is sprinkled on the front face of the heat exchanger tube group 1 from

the distributed machine 2, it is failed on the front face of this heat exchanger tube group 1 to strike the dust adhered and deposited, and this heating surface is defecated. if the blowdown machine 5 is opened, the rotary separator 6 will separate the sprinkled shot 011 with dust -- having -- a shot -- it conveys up by transport airplane 3 -- having -- a shot -- pass a supply pipe 010 -- it is returned to a distributor 4. [0007] Moreover, what is shown in drawing 7 is the dust collector which used the soot blower, the soot blower to which 9 feeds a steam, and 9a are steamy blowout tubing connected to the steamy outlet of this soot blower 9, and the steamy exhaust nozzle of this steamy blowout tubing 9a is located above the heat exchanger tube group 1, and is uniformly distributed over this heat exchanger tube group 1 possible [blasting] in the steam. In this dust collector, the steam fed from the soot blower 9 is injected on the front face of the heat exchanger tube group 1 from steamy blowout tubing 9a, and the dust deposited on this front face is blown away and removed.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] a shot if it is in this heat recovery machine 7 (or reheater 8), as shows the dust deposited on the heat exchanger tube group 1 to drawing 6 as mentioned above, although the spraying dust collector or the dust collector by the soot blower as shown in drawing 7 has removed this shot -- a spraying dust collector or the dust collector by the soot blower the charcoal type of the powdered coal used for the boiler which is the source of blowdown of exhaust gas, the capacity of a boiler, a load, an ambient condition, etc. -- taking into consideration -- those capacity -- allowances -- giving -- preparing -- **** -- therefore -- the time of operation of these dust collectors -- always -- maximum capacity -- with -- **** -- it is operated.

[0009] namely, a shot as shown in drawing 6 -- the max which is the shortest time interval (frequency) which can respond to the operation conditions on which the dust coating weight to the heat exchanger tube group 1 is assumed to be max, and the equipment has in a spraying dust collector -- a shot -- a shot is sprinkled by spraying capacity. moreover, the shortest time interval (frequency) which can respond to the maximum load conditions of the heat exchanger of said heat recovery machine 7 grade in the dust collector by the soot blower 9 as shown in drawing 7 -- with -- **** -- dust-removing actuation is performed.

[0010] therefore -- if it is in the above dust-removing approaches -- a shot -- since it has a spraying dust collector or dust collectors, such as a dust-proofing device by the soot blower, by the regular maximum dust-removing capacity and is operating, while superfluous dust-removing actuation will be performed as a heat exchanger at the time of a light load and the useless energy and the useless effort for dust removing are spent, consumption of an equipment occurs by superfluous dust-removing actuation, and the nonconformity that these lives are shortened is produced.

[0011] It aims at offering the dust-removing approach that the life of an equipment may be made to extend while this invention follows change of the load of a heat exchanger, enables change of dust-removing capacity and dust-removing frequency in view of the technical problem of this conventional technique and avoids generating of the useless energy for dust removing, or an effort.

[0012]

[Means for Solving the Problem] Spraying equipment the dust which deposited exhaust gas and heat carriers, such as water, on the heat exchanger tube group of the heat exchanger which carries out heat exchange as invention according to claim 1 in order that this invention might solve this technical problem -- a shot -- When dust collectors, such as a soot blower, remove, based on the detection value of the condition of said exhaust gas, and a thermal condition, the pressure loss and the heat transfer coefficient of said heat exchanger are computed, and the dust-removing approach characterized by controlling operation of said dust collector based on the rate of this pressure loss and a heat transfer coefficient is proposed.

[0013] Invention according to claim 2 controls operation of said dust collector by the dust-removing force (MR) which computed the dust attachment coefficient (F) defined by the ratio ($\Delta P/U=F$) of said pressure loss (ΔP) and heat transfer coefficient (U), and was computed based on this dust attachment coefficient (F) in claim 1.

[0014] in the heat exchanger using exhaust gas heat, such as an appropriate heat recovery machine

which is boiled and is shown in drawing 6 - drawing 7 , and a reheater, if it hits performing dust removing of a heat exchanger tube group, it is desirable to do a dust-removing activity according to the coating weight of the dust to a heat exchanger tube group. In this invention, then, the heat transfer coefficient (U) of the pressure loss (ΔP) in the heat exchanger tube group of a heat exchanger, and a heat exchanger tube group as an approach of presuming the coating weight of dust Based on the temperature of heat carriers, such as water, and the detection value of a flow rate, it computes in the pressure of exhaust gas, temperature, a flow rate, and a list, and he connects this pressure loss (ΔP) and heat transfer coefficient (U) with the dust coating weight to a heat exchanger tube group, and is trying to decide dust-removing capacity or frequency.

[0015] That is, if dust 11 adheres [if dust adheres to a heat exchanger tube group,] to the front face of a heat exchanger tube 10 even if there is no reduction of area S as it is shown in drawing 2 , and the field S where exhaust gas passes through between heat exchanger tubes 10 becomes small, a flow resistance increases, and pressure loss (ΔP) becomes large or it is shown in drawing 3 , heat transfer area will decrease and a heat transfer coefficient (U) will decrease.

[0016] therefore, said pressure loss (ΔP) and heat transfer coefficient (U) -- comparatively -- that is, ($\Delta P/U$), if the coating weight of dust is presumed, when dust 11 will have adhered to the whole front face of a heat exchanger tube 10 like drawing 2 , it becomes possible to presume both sides, i.e., the adhesion mode of all dust, when dust 11 has adhered to some heat exchanger tubes 10 like drawing 3 .

[0017] so, in invention of this invention according to claim 1 to 2 The ratio ($F = \Delta P/U$) of said pressure loss (ΔP) and heat transfer coefficient (U) as a dust attachment coefficient A definition, The inlet port and the outlet pressure, the inlet port, and outlet temperature of the exhaust gas in said heat exchanger, The inlet port of heat carriers, such as water, and outlet temperature, and a thermal flow rate were detected in the amount of emission, and the list, said dust attachment coefficient (F) was computed using this detection value, and spacing of the dust-removing capacity (MR) of a heat exchanger tube group, i.e., the dust-removing force, or dust-removing implementation is presumed with this dust attachment coefficient.

[0018] therefore, the frequency of the dust-removing capacity according to actual dust coating weight by determining the dust-removing capacity (dust-removing force) of dust, or spacing of a dust-removing activity with the pressure loss of a heat exchanger tube group, and the detection value of a heat transfer coefficient according to this invention, or dust removing -- with, dust removing -- it can carry out -- the conventional technique -- like -- the regular maximum dust-removing capacity -- with, superfluous dust-removing actuation of operating a dust collector is not needed. While consumption of the useless energy for dust removing or an effort is avoided by this, the life of an equipment is extended by avoiding the starting useless dust-removing actuation.

[0019] invention according to claim 3 -- as a dust collector -- a shot -- the dust-removing approach when using spraying equipment -- starting -- as said dust collector -- a shot -- spraying equipment -- using -- this -- a shot -- the shot corresponding to said dust-removing force for spraying equipment -- it constitutes so that operation control may be carried out with irrelevance.

[0020] the shot which followed the coating weight of dust surely by this -- irrelevance -- with, the thing which can perform dust removing and is operated by the maximum dust-removing capacity like the conventional technique -- comparing -- a shot -- the actuation capacity of spraying equipment is reduced.

[0021] In case invention according to claim 4 uses a soot blower as a dust collector, it relates to the suitable dust-removing approach, it asks for spacing of the dust-removing activity corresponding to said dust-removing force in claim 2, and it constitutes it so that said dust-removing activity may be done at this spacing.

[0022] By this, it is the dust-removing frequency which was adapted for dust coating weight, with a dust-removing activity can be done, a useless activity is eliminated, and the maintenance working capacity of a plant improves.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained to a detail using the example

shown in drawing. However, the dimension of the component part indicated by this example, construction material, a configuration, its relative configuration, etc. are not the meaning that limits the range of this invention only to it but only the mere examples of explanation, as long as there is no specific publication especially.

[0024] the explanatory view in which the block diagram, drawing 2 , and drawing 3 of the dust-removing control system in the heat recovery machine and reheater which drawing 1 requires for the operation gestalt of this invention show the dust adhesion situation to a heat exchanger tube, and drawing 4 -- a dust attachment coefficient and a shot -- the table Fig. showing the relation of irrelevance and drawing 5 are the table Figs. showing the relation between a dust attachment coefficient and dust-removing spacing.

[0025] In drawing 1 , 7 is a heat recovery machine and 8 is a reheater, and both [these] heat exchangers are equipped with the heat exchanger tube group 1 inside, and it connects between both heat exchanger tube groups 1 with the thermal tubing 15 with which heat carriers, such as water and a steam, flow. Moreover, exhaust gas 13 is drawn from those exhaust gas inlet pipes 016 and 016, and in said heat exchanger tube group 1, after carrying out heat exchange of said heat recovery machine 7 and reheater 8 to the heat carrier introduced from the thermal tubing 15, they are discharged outside through the exhaust gas outlet pipes 017 and 017.

[0026] Drawing 2 - drawing 3 show the adhesion situation of the dust 11 to the heat exchanger tube 10 which constitutes the heat exchanger tube group 1 in this heat recovery machine 7 and a reheater 8. Since the passage area S of the gas between heat exchanger tubes 10 decreases an adhered part of dust 11 in this case by the case where dust 11 adheres to the perimeter of a heat exchanger tube 10 in the case of drawing 2 , while pressure loss increases, the heat transfer engine performance falls. Although the path area S of gas does not decrease by the case where dust 11 adheres to the gas stream anterior part or the gas stream back of a heat exchanger tube 10 in the case of drawing 3 , the heat transfer area of heat exchanger tube 10 front face decreases, and the heat transfer engine performance falls.

[0027] So, in this invention, we decided to compute the coating weight of dust from two elements, pressure loss and a heat transfer coefficient, that a response in all of the two above cases should be made possible, and the gate temperature of the thermal tubing 15 to the pressure, the temperature, flow rate, and the heat exchanger tube group 1 of the exhaust gas gate in two heat exchangers, said heat recovery machine 7 and a reheater 8, and a flow rate are detected.

[0028] That is, in drawing 1 , a pressure gage 21, a thermometer 25, and the exhaust gas flowmeter 29 for the amount measurement of emission are formed in the inlet pipe 016 at the exhaust gas pipe of the heat recovery machine 7, and the pressure gage 22 and the thermometer 26 are formed in the outlet pipe 017. Moreover, like said heat recovery machine 7, a pressure gage 23, a thermometer 27, and the flowmeter 30 for the amount measurement of emission are formed in the inlet pipe 016, and the pressure gage 24 and the thermometer 28 are formed also in the exhaust gas pipe of a reheater 8 at the outlet pipe 017. On the other hand, four thermometers 31, 32, 33, and 34 are formed in the gate of the heat recovery machine 7 and a reheater 8 at the thermal tubing 15 side, and the thermal flowmeter 12 is formed in the thermal tubing 15.

[0029] 100 is a controller. For this controller 100 The detection value of the exhaust-gas-pressure force from said each exhaust-gas-pressure force gauges 21, 22, 23, and 24, While the detection value of the exhaust gas temperature from each exhaust gas thermometers 25, 26, 27, and 28 and the detection value of the thermal temperature from each thermal thermometers 31, 32, 33, and 34 are inputted, respectively The detection value of the amount of emission from the exhaust gas flowmeter 29 of the heat recovery machine 7, the detection value of the amount of emission from the exhaust gas flowmeter 30 of a reheater 8, and the detection value of the thermal flow rate from the thermal flowmeter 12 are inputted, respectively. the control operation signal by which 101 was made by said controller 100 -- said shot -- it is the dust-removing control unit which carries out operation of a spraying dust collector or the dust collector by the soot blower 9.

[0030] Next, the dust-removing approach using this dust-removing control system is explained.

Detection values, such as the detection value of the amount G1 of emission by the side of said heat

recovery machine 7 and the heat recovery machine 7 at the time of operation of a reheater 8, the exhaust gas inlet pressure P1, an outlet pressure P2, the exhaust gas inlet temperature T1, and outlet temperature T2 grade, the amount G2 of emission by the side of a reheater 8, the exhaust gas inlet pressure P3, an outlet pressure P4, exhaust gas inlet temperature T3, and outlet temperature T four, are inputted into a controller 100, respectively. Moreover, detection values, such as the thermal flow rate w from the thermal flowmeter 12, the thermal heat recovery machine inlet temperature t1, outlet temperature t2, the thermal reheater inlet temperature t3, and outlet temperature t4, are also inputted into a controller 100, respectively.

[0031] the ratio of a pressure loss ΔP of exhaust gas and a heat transfer coefficient U -- $F = \Delta P / U$ -- a dust attachment coefficient -- giving a definition -- said controller 100 -- the following procedure -- need dust removing -- powerful -- it is -- dust-removing actuation spacing is computed. [in / on this invention and / here / the heat exchanger of said heat recovery machine 7 and reheater 8 grade]

[0032] About the heat recovery machine 7, it is the pressure loss between (1) exhaust-gas gates.

$\Delta P_1 = P_1 - P_2$ Amount-of-exhaust-gas amendment pressure loss $\Delta P_{a1} = \Delta P_1 \times (G_{d1} / G_1)$ 2 Heat transfer coefficient $U_1 = Q_1 / (tm_1 \times A_1)$

amount-of-exhaust-gas amendment heat transfer coefficient $U_{a1} = U_1 \times (G_{d1} / G_1)$ 2 -- here -- tm_1 -- mean temperature difference -- it is -- $tm_1 = (T_1 - t_2) (- (T_2 - t_1)) / \ln (T_1 - t_2) ((T_2 - t_1))$

Heat-transfer-area thermal load $Q_1 = w \times Cp_1 \times (t_2 - t_1)$ of the amount design value of emission $A_1 =$ heat recovery machine of the $G_{d1} =$ heat recovery machine 7

However, the thermal specific heat of a $Cp_1 =$ heat recovery machine [0033] About a reheater 8, it is the pressure loss between (2) exhaust-gas gates. $\Delta P_2 = P_3 - P_4$ Amount-of-exhaust-gas amendment pressure loss $\Delta P_{a2} = \Delta P_2 \times (G_{d2} / G_2)$ 2 Heat transfer coefficient $U_2 = Q_2 / (tm_2 \times A_2)$

amount-of-exhaust-gas amendment heat transfer coefficient $U_{a2} = U_2 \times (G_{d2} / G_2)$ 2 -- here -- mean temperature difference tm_2 -- $tm_2 = (T_3 - t_4) (- (T_{\text{four}} - t_3)) / \ln (T_3 - t_4) ((T_{\text{four}} - t_3))$

Heat-transfer-area thermal load $Q_2 = w \times Cp_2 \times$ of the amount design value of emission $A_2 =$ reheater of the $G_{d2} =$ reheater 8 ($t_4 - t_3$)

However, the thermal specific heat of a $Cp_2 =$ reheater [0034] From the pressure loss ΔP_{a1} and ΔP_{a2} computed as mentioned above and heat transfer coefficients U_1 and U_2 , the degree of completion of the dirt of the heating surface of the heat exchanger tube group 1 is detected, and the dust-removing force of dust according to this degree is given.

[0035] Namely, (3) ratio of pressure loss [in / by the above-mentioned (1) - (2) type / the heat recovery machine 7 and a reheater 8] $\Delta P_r = \Delta P_a / \Delta P_d$ heat transfer coefficient ratio $U_r = U_a / U_d$, however $\Delta P_d =$ pressure loss design value $U_d =$ heat transfer coefficient design value dust attachment coefficient F (4) To a $F = \Delta P_r / U_r$ pan, it is the dust-removing force MR (5). $MR = K \times F$, however K are a constant.

[0036] Therefore, in said controller 100, based on the temperature t of the pressure P of exhaust gas, temperature T, quantity-of-gas-flow G, and a heat carrier, the detection value of a flow rate w, and the design value (Subscript d shows) of these elements, the dust-removing force MR is computed by (5) formulas with the dust attachment coefficient F, and this dust-removing force MR is outputted to the dust-removing control unit 101 by the above-mentioned (4) formula about said heat recovery machine 7 and reheater 8.

[0037] Dust-removing activity control by this dust attachment coefficient is performed by the following approach.

(a) When a dust-removing activity is done periodically.

In this case, as shown in drawing 4, table-ize relation between the dust attachment coefficient F and the need dust-removing force MR (in the case [Shot] of a spraying dust collector irrelevance of a shot), and it is set as the controller 100. It is based on said detection value in the heat recovery machine 7 or a reheater 8 by this controller 100. (4) The dust-removing force MR corresponding to the dust attachment coefficient F computed by the formula is searched for, and a manipulate signal (in the case [Shot] of a spraying dust collector irrelevance) which becomes this actual dust-removing force MR is given to the dust-removing control unit 101.

[0038] Thereby, through the dust attachment coefficient F computed based on the detection value of an exhaust gas condition and a thermal condition, the operational status of the load of the heat recovery machine 7 or a reheater 8 etc. can be followed, dust-removing actuation can be made, and it can avoid doing a useless dust-removing activity. the shot which shows the above-mentioned approach to drawing 6 -- like a spraying dust collector, control of the dust-removing force (irrelevance of a shot) is suitable for an easy thing.

[0039] (b) When the frequency of dust removing is determined.

When a dust-removing activity is done at a certain event, it is the above, said exhaust gas in that event and thermal conditions (a pressure, temperature, flow rate, etc.) are made and detected, and said dust attachment coefficient F is computed in a controller 100 based on this detection value. And relation of said dust attachment coefficient F and spacing of a dust-removing activity as dust-removing force MR is table-ized as shown in drawing 5, and it is set as the controller 100. And by the same approach as the above, based on the exhaust gas of the heat recovery machine 7 or a reheater 8, and the detection value of a thermal condition, the dust attachment coefficient F is computed and said table determines a next dust-removing activity stage. Control of the dust-removing force is suitable for this approach to a difficult thing like the soot blower shown in drawing 7.

[0040] (c) How to do a dust-removing activity when constant value with the dust attachment coefficient F is exceeded.

While the dust attachment coefficient under operation computes F by the aforementioned approach, when the allowance maximum dust attachment coefficient F_{mx} based on the allowance maximum dust content is exceeded for a controller 100, a controller 100 orders the dust-removing control unit 101 dust-removing activity implementation. Dust coating weight uses and is suitable for this approach, when many [unusually].

[0041]

[Effect of the Invention] the frequency of the dust-removing capacity according to actual dust coating weight by determining the dust-removing capacity (dust-removing force) of dust, or spacing of a dust-removing activity like a publication above with the pressure loss of a heat exchanger tube group, and the detection value of a heat transfer coefficient according to this invention, or dust removing -- with, dust removing -- it can carry out -- the conventional technique -- like -- the regular maximum dust-removing capacity -- with, superfluous dust-removing actuation of operating a dust collector is not needed. While consumption of the useless energy for dust removing or an effort is avoided by this and energy efficiency improves, dust-removing working capacity improves. Moreover, the life of an equipment is extended by avoiding the useless above dust-removing actuation.

[Translation done.]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 排ガスと水等の熱媒とを熱交換する熱交換器の伝熱管群に堆積したダストを鋼球散布装置、スートブロワ等の除塵装置により除去するにあたり、前記排ガスの状態及び熱媒の状態の検出値に基づき、前記熱交換器の圧力損失と伝熱係数とを算出し、該圧力損失と伝熱係数との割合に基づき前記除塵装置の運転を制御することを特徴とする除塵方法。

【請求項2】 前記圧力損失 (ΔP) と伝熱係数 (U) との比 ($\Delta P/U=F$) で定めたダスト付着係数 (F) を算出し、該ダスト付着係数 (F) に基づき算出した除塵力 (M_R) により前記除塵装置の運転を制御するようにした請求項1記載の除塵方法。

【請求項3】 前記除塵装置として鋼球散布装置を用い、該鋼球散布装置を前記除塵力に対応する鋼球散布量で運転制御するようにした請求項2記載の除塵方法。

【請求項4】 前記除塵力に対応する除塵作業の間隔を求め、該間隔にて前記除塵作業を行なうようにした請求項2記載の除塵方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、火力発電プラント等における排ガス熱回収用の熱交換器等、煤塵を含む廃ガス用の熱交換器における伝熱管の除塵を行なうための除塵装置を用いての除塵制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 火力発電プラント等において、排ガス熱と熱交換を行なう熱回収器や再加熱器においては、排ガス中の煤塵等による伝熱管の汚れを除去するための除塵装置が装備されている。

【0003】 図6～図7は熱回収器あるいは再加熱器における除塵装置の2つの例を示す。図6に示すものは、鋼球散布除塵装置を備えた熱回収器7（あるいは再加熱器8）であり、同図において、1は多数の伝熱管の集合体である伝熱管群、16は排ガスの入口、17は排ガスの出口である。排ガス13は排ガス入口16から熱回収器内に入り、伝熱管群1を通流する際に水等の熱媒と熱交換を行ない、これを加熱した後、排ガス出口17から外部に排出される。

【0004】 2は前記伝熱管群1の上方に配設された複数の鋼球分散器、010は該分散器2に鋼球011を供給するための鋼球供給管、4は分配器、5は熱回収器7の底部に落下してきた鋼球011を排出するための排出機、6は鋼球011をダスト類から分離するためのロータリセパレータ、3は該ロータリセパレータ6を経た鋼球011を鋼球供給管010の入口まで鉛直方向に搬送する鋼球輸送機である。

【0005】 かかる熱回収器7の稼動時において、排ガス入口16から導入された排ガス13は、伝熱管群1において、伝熱管内を流れる水と熱交換した後、排ガス出

口17に送られるが、該排ガス中に含まれたダストは伝熱管群1の伝熱面上に付着し、堆積していく。該ダストの堆積量は運転条件の変化や燃料用の使用炭種の変化等によって左右される。伝熱管群1は、かかるダストの堆積により、その伝熱性能が低下するとともに、通風圧損が増大して、プラント全体の消費動力が増大する。

【0006】 前記鋼球散布装置は、上記のような堆積ダストを払拭して伝熱管群1の伝熱面に本来の伝熱性能を発揮させ、通風圧損の増大を回避するために設置されたものである。即ち、該鋼球散布除塵装置においては、前記熱回収器7の、所定の運転時間毎に鋼球分散器2から伝熱管群1の表面に鋼球011を散布して、該伝熱管群1の表面に付着・堆積したダストを叩き落とし、該伝熱面を清浄化する。散布された鋼球011は、排出機5が開かれるとロータリセパレータ6でダスト類と分離され、鋼球輸送機3で上方に搬送され、鋼球供給管010を経て分配器4に戻される。

【0007】 また、図7に示すものは、スートブロワを使用した除塵装置であり、9は蒸気を圧送するスートブロワ、9aは該スートブロワ9の蒸気出口に接続される蒸気噴出管で、該蒸気噴出管9aの蒸気噴出口は伝熱管群1の上方に位置し、該伝熱管群1に万遍なく蒸気を吹き付け可能に分布されている。かかる除塵装置においては、スートブロワ9から圧送された蒸気を蒸気噴出管9aから伝熱管群1の表面に噴射し、該表面に堆積したダストを吹き飛ばして除去する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 かかる熱回収器7（あるいは再加熱器8）にあつては、前記のように、伝熱管群1上に堆積したダストを図6に示すような鋼球散布除塵装置、あるいは図7に示すようなスートブロワによる除塵装置によって除去しているが、かかる鋼球散布除塵装置あるいはスートブロワによる除塵装置は、排ガスの排出源であるボイラに使用する微粉炭の炭種、ボイラの容量、負荷、大気条件等を考慮して、それらの容量を余裕を持たせて設けており、従って、これら除塵装置の稼動時には、常時最大能力で以って運転されている。

【0009】 即ち、図6に示すような鋼球散布除塵装置においては、伝熱管群1へのダスト付着量が最大と想定される稼動条件に対応できる最短の時間間隔（頻度）で、その装置の持つ最大鋼球散布能力で鋼球を散布するようになっている。また、図7に示すようなスートブロワ9による除塵装置においては、前記熱回収器7等の熱交換器の最大負荷条件に対応できる最短の時間間隔（頻度）で以って除塵動作を行なうようになっている。

【0010】 従って、前記のような除塵方法にあつては、鋼球散布除塵装置あるいはスートブロワによる防塵装置等の除塵装置を、常時最大の除塵能力で持って運転しているため、熱交換器として軽負荷時には過剰な除塵動作を行なうこととなり、除塵のための無駄なエネルギー

や労力が費やされるとともに、過剰な除塵動作によって機器類の損耗が発生し、またこれらの寿命が短縮されるという不具合を生ずる。

【0011】本発明は、かかる従来技術の課題に鑑み、熱交換器の負荷の変化に追従して除塵能力及除塵頻度を变化可能として、除塵のための無駄なエネルギーや労力の発生を回避するとともに、機器類の寿命を延長せしめ得る除塵方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明はかかる課題を解決するため、請求項1記載の発明として、排ガスと水等の熱媒とを熱交換する熱交換器の伝熱管群に堆積したダストを鋼球散布装置、スートブロワ等の除塵装置により除去するにあたり、前記排ガスの状態及び熱媒の状態の検出値に基づき、前記熱交換器の圧力損失と伝熱係数とを算出し、該圧力損失と伝熱係数との割合に基づき前記除塵装置の運転を制御することを特徴とする除塵方法を提案する。

【0013】請求項2記載の発明は、請求項1において、前記圧力損失(ΔP)と伝熱係数(U)との比($\Delta P/U=F$)で定めたダスト付着係数(F)を算出し、該ダスト付着係数(F)に基づき算出した除塵力(M_R)により前記除塵装置の運転を制御する。

【0014】然るに、図6～図7に示す熱回収器、再加熱器等の排ガス熱を利用する熱交換器において、伝熱管群の除塵を行なうにあたっては、除塵作業は伝熱管群へのダストの付着量に応じて行なうのが望ましい。そこで本発明においては、ダストの付着量を推定する方法として、熱交換器の伝熱管群における圧力損失(ΔP)及び伝熱管群の伝熱係数(U)を、排ガスの圧力、温度、流量、並びに水等の熱媒の温度、流量の検出値に基づき算出し、この圧力損失(ΔP)及び伝熱係数(U)を伝熱管群へのダスト付着量と関係付け、除塵能力あるいは頻度を決めるようにしている。

【0015】即ち、伝熱管群にダストが付着すれば、図2に示すように、伝熱管10の間を排ガスが通過する面 S が小さくなり、流体抵抗が増して圧力損失(ΔP)が大きくなり、あるいは図3に示すように、面積 S の減少が無くて、伝熱管10の表面にダスト11が付着すれば、伝熱面積が減少し、伝熱係数(U)が減少する。

【0016】従って、前記圧力損失(ΔP)と伝熱係数(U)との割合、つまり($\Delta P/U$)によってダストの付着量を推定すれば、図2のような伝熱管10の表面全体にダスト11が付着している場合、及び図3のような伝熱管10の一部にダスト11が付着している場合の双方、即ちあらゆるダストの付着態様を推定することが可能となる。

【0017】そこで本発明の請求項1～2記載の発明では、前記圧力損失(ΔP)と伝熱係数(U)との比($F=\Delta P/U$)をダスト付着係数と定義付け、前記熱交換

器における排ガスの入口及び出口圧力、入口及び出口温度、排ガス流量、並びに水等の熱媒の入口及び出口温度、熱媒流量を検出し、この検出値を用いて前記ダスト付着係数(F)を算出し、該ダスト付着係数によって伝熱管群の除塵能力即ち除塵力(M_R)あるいは除塵実施の間隔を推定している。

【0018】従って、かかる発明によれば、伝熱管群の圧力損失および伝熱係数の検出値によってダストの除塵能力(除塵力)あるいは除塵作業の間隔を決定することにより、実際のダスト付着量に応じた除塵能力あるいは除塵の頻度で以て除塵を行なうことができ、従来技術のように常時最大の除塵能力で以て除塵装置を運転する等の過剰な除塵動作を必要としない。これにより、除塵のための無駄なエネルギーや労力の消費が回避されるとともに、かかる無駄な除塵動作が回避されることにより、機器類の寿命が延長される。

【0019】請求項3記載の発明は、除塵装置として鋼球散布装置を使用したときの除塵方法に係り、前記除塵装置として鋼球散布装置を用い、該鋼球散布装置を前記除塵力に対応する鋼球散布量で運転制御するように構成する。

【0020】これにより、ダストの付着量に正しく追従した鋼球散布量で以て除塵を行なうことができ、従来技術のように最大除塵能力で運転するものに比べ、鋼球散布装置の駆動能力が低減される。

【0021】請求項4記載の発明は、除塵装置としてスートブロワを使用する際に好適な除塵方法に係り、請求項2において、前記除塵力に対応する除塵作業の間隔を求め、該間隔にて前記除塵作業を行なうように構成する。

【0022】これにより、ダスト付着量に適応した除塵頻度で以て除塵作業を行なうことができ、無駄な作業が排除されてプラントの保守作業能率が向上する。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示した実施例を用いて詳細に説明する。但し、この実施例に記載される構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは特に特定の記載が無い限り、この発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく単なる説明例に過ぎない。

【0024】図1は本発明の実施形態に係る熱回収器及び再加熱器における除塵制御システムの構成図、図2及び図3は伝熱管へのダスト付着状況を示す説明図、図4はダスト付着係数と鋼球散布量の関係を示す表図、図5はダスト付着係数と除塵間隔との関係を示す表図である。

【0025】図1において、7は熱回収器、8は再加熱器で、これら両熱交換器には内部に伝熱管群1を備え、双方の伝熱管群1の間は、水、蒸気等の熱媒が流れる熱媒管15で接続されている。また、前記熱回収器7及び再加熱器8は、それらの排ガス入口管016、016か

ら排ガス13が導かれ、前記伝熱管群1において、熱媒管15から導入された熱媒と熱交換した後、排ガス出口管017、017を通過して外部に排出されるようになっている。

【0026】図2～図3は、かかる熱回収器7及び再加熱器8内の伝熱管群1を構成する伝熱管10へのダスト11の付着状況を示す。図2の場合は、伝熱管10の全周にダスト11が付着した場合で、この場合は伝熱管10間のガスの通過面積Sがダスト11の付着分だけ減少するので、圧力損失が増大するとともに、伝熱性能が低下する。図3の場合は、ダスト11が伝熱管10のガス流前部、あるいはガス流後部に付着した場合で、ガスの通路面積Sは減少しないが、伝熱管10表面の伝熱面積が減少し伝熱性能が低下する。

【0027】そこで、本発明では上記のような2つのケースの何れにも対応可能とすべく、圧力損失及び伝熱係数の2つの要素からダストの付着量を算出することとし、前記熱回収器7及び再加熱器8の2つの熱交換器における排ガス出入口の圧力、温度及び流量、ならびに伝熱管群1への熱媒管15の出入口温度、流量を検出して

【0028】すなわち、図1において、熱回収器7の排ガス管には、その入口管016に圧力計21、温度計25及び排ガス流量計測用の排ガス流量計29が設けられ、出口管017に圧力計22及び温度計26が設けられている。また、再加熱器8の排ガス管にも、前記熱回収器7と同様に、その入口管016に圧力計23、温度計27、及び排ガス流量計測用の流量計30が設けられ、出口管017に圧力計24、温度計28が設けられている。一方、熱媒管15側には、熱回収器7及び再加熱器8の出入口に4つの温度計31、32、33、34が設けられ、熱媒管15には熱媒流量計12が設けられ*

(1) 排ガス出入口間の圧力損失 $\Delta P_1 = P_1 - P_2$

排ガス量補正圧力損失 $\Delta P_{a1} = \Delta P_1 \times (G_{d1} / G_1)^2$

伝熱係数 $U_1 = Q_1 / (t_{m1} \times A_1)$

排ガス量補正伝熱係数 $U_{a1} = U_1 \times (G_{d1} / G_1)^2$

ここで、 t_{m1} は平均温度差であり、

$$t_{m1} = ((T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)) / \ln((T_1 - t_2) / (T_2 - t_1))$$

G_{d1} = 熱回収器7の排ガス流量設計値

(2) 排ガス出入口間の圧力損失 $\Delta P_2 = P_3 - P_4$

排ガス量補正圧力損失 $\Delta P_{a2} = \Delta P_2 \times (G_{d2} / G_2)^2$

伝熱係数 $U_2 = Q_2 / (t_{m2} \times A_2)$

排ガス量補正伝熱係数 $U_{a2} = U_2 \times (G_{d2} / G_2)^2$

ここで平均温度差 t_{m2} は、

$$t_{m2} = ((T_3 - t_4) - (T_4 - t_3)) / \ln((T_3 - t_4) / (T_4 - t_3))$$

G_{d2} = 再加熱器8の排ガス流量設計値

A_2 = 再加熱器の伝熱面積

熱負荷 $Q_2 = w \times C_{p2} \times (t_4 - t_3)$

*ている。

【0029】100はコントローラであり、該コントローラ100には前記各排ガス圧力計21、22、23、24からの排ガス圧力の検出値、各排ガス温度計25、26、27、28からの排ガス温度の検出値、各熱媒温度計31、32、33、34からの熱媒温度の検出値が夫々入力されるとともに、熱回収器7の排ガス流量計29からの排ガス流量の検出値、再加熱器8の排ガス流量計30からの排ガス流量の検出値、及び熱媒流量計12からの熱媒流量の検出値が夫々入力されている。101は、前記コントローラ100によって作られた制御操作信号により、前記鋼球散布除塵装置あるいはスートブロワ9による除塵装置を運転操作する除塵操作部である。

【0030】次に、かかる除塵制御システムを用いての除塵方法について説明する。前記熱回収器7及び再加熱器8の稼動時における、熱回収器7側の排ガス流量 G_1 、排ガス入口圧力 P_1 、出口圧力 P_2 、排ガス入口温度 T_1 、出口温度 T_2 等の検出値、再加熱器8側の排ガス流量 G_2 、排ガス入口圧力 P_3 、出口圧力 P_4 、排ガス入口温度 T_3 、出口温度 T_4 等の検出値は夫々コントローラ100に入力される。また、熱媒流量計12からの熱媒流量 w 、熱媒の熱回収器入口温度 t_1 、出口温度 t_2 、熱媒の再加熱器入口温度 t_3 、出口温度 t_4 、等の検出値もそれぞれコントローラ100に入力される。

【0031】ここで本発明においては、前記熱回収器7、再加熱器8等の熱交換器における排ガスの圧力損失 ΔP と伝熱係数 U との比 $F = \Delta P / U$ をダスト付着係数と定義し、前記コントローラ100によって次の手順で必要除塵力あるいは除塵動作間隔を算出する。

【0032】熱回収器7については、

※ A_1 = 熱回収器の伝熱面積

熱負荷 $Q_1 = w \times C_{p1} \times (t_2 - t_1)$

但し、 C_{p1} = 熱回収器の熱媒比熱

※40 【0033】再加熱器8については、

★但し、 C_{p2} = 再加熱器の熱媒比熱

【0034】上記のようにして算出される圧力損失 ΔP_{a1} 、 ΔP_{a2} 及び伝熱係数 U_1 、 U_2 から伝熱管群1の伝熱面の汚れの進行度合いを検知し、この度合いに応じたダストの除塵力を与える。

★50 【0035】則ち、上記(1)～(2)式により、熱回

収器7及び再加热器8における、

(3) 圧力損失比 $\Delta P_r = \Delta P_a / \Delta P_d$

伝熱係数比 $U_r = U_a / U_d$

但し、 ΔP_d = 圧力損失設計値

U_d = 伝熱係数設計値

ダスト付着係数Fは、

(4) $F = \Delta P_r / U_r$

さらに、除塵力 M_R は、

(5) $M_R = K \times F$

但しKは定数。

【0036】従って、前記コントローラ100においては、前記熱回収器7及び再加热器8について、排ガスの圧力P、温度T、ガス流量G、熱媒の温度t、流量wの検出値、及びこれらの要素の設計値（添字dで示す）に基づき、上記(4)式によってダスト付着係数Fにより、(5)式にて除塵力 M_R を算出して、この除塵力 M_R を除塵操作部101に出力する。

【0037】かかるダスト付着係数による除塵作業制御は次の方法にて行なう。

(a) 定期的に除塵作業を行なう場合。

この場合は、ダスト付着係数Fと必要除塵力 M_R （鋼球散布除塵装置の場合は鋼球の散布量）との関係を図4に示すようにテーブル化してコントローラ100に設定しておき、該コントローラ100にて熱回収器7あるいは再加热器8における前記検出値に基づき、(4)式にて算出したダスト付着係数Fに対応する除塵力 M_R を求め、かかる実際の除塵力 M_R になるような操作信号（鋼球散布除塵装置の場合は散布量）を除塵操作部101に与える。

【0038】これにより、排ガス状態及び熱媒状態の検出値に基づき算出したダスト付着係数Fを介して、熱回収器7あるいは再加热器8の負荷等の運転状態に追従して除塵操作をなすことができ、無駄な除塵作業を行なうのを回避できる。上記の方法は、図6に示す鋼球散布除塵装置のように、除塵力（鋼球の散布量）の制御が容易なものに好適である。

【0039】(b) 除塵の頻度を決定する場合。

ある時点で除塵作業を行なったとき、その時点での前記排ガス及び熱媒の状態（圧力、温度、流量等）を前記のようにして検出し、この検出値に基づきコントローラ100において前記ダスト付着係数Fを算出する。そして、前記ダスト付着係数Fと除塵力 M_R としての除塵作業の間隔との関係を図5に示すようにテーブル化して、コントローラ100に設定しておく。そして、前記と同様な方法で、熱回収器7あるいは再加热器8の排ガス及び熱媒の状態の検出値に基づき、ダスト付着係数Fを算出し、前記テーブルにより次の除塵作業時期を決定する。この方法は、図7に示すスートブロワのように、除塵力の制御が困難なものに好適である。

【0040】(c) ダスト付着係数Fがある一定値を超

えた時に除塵作業を行なう方法。

前記の方法により稼働中におけるダスト付着係数はFを算出する一方、コントローラ100に許容最大ダスト量に基づく許容最大ダスト付着係数 F_{mx} を超えたとき、コントローラ100は除塵操作部101に除塵作業実施を指令する。この方法は、ダスト付着量が異常に多い場合に用いて好適である。

【0041】

【発明の効果】以上記載のごとく、本発明によれば、伝熱管群の圧力損失及び伝熱係数の検出値によってダストの除塵能力（除塵力）あるいは除塵作業の間隔を決定することにより、実際のダスト付着量に応じた除塵能力あるいは除塵の頻度で以て除塵を行なうことができ、従来技術のように常時最大の除塵能力で以て除塵装置を運転する等の過剰な除塵動作を必要としない。これにより、除塵のための無駄なエネルギーや労力の消費が回避されてエネルギー効率が向上するとともに、除塵作業能率が向上する。また、前記のような無駄な除塵動作が回避されることにより、機器類の寿命が延長される。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態に係る熱回収器及び再加热器における除塵制御システムの構成図である。

【図2】 伝熱管群におけるダストの付着状況の説明図（その1）である。

【図3】 図2に対応する説明図（その2）である。

【図4】 上記実施形態におけるダスト付着係数と鋼球散布量との関係を示す表図である。

【図5】 上記実施形態におけるダスト付着係数と除塵間隔との関係を示す表図である。

30 【図6】 本発明が適用される鋼球散布装置を備えた熱回収器の構成図である。

【図7】 本発明が適用されるスートブロワを備えた熱回収器の構成図である。

【符号の説明】

1 伝熱管群

2 鋼球分散器

4 分配器

7 熱回収器

8 再加热器

9 スートブロワ

9a 蒸気噴出管

10 伝熱管

11 ダスト

12 流量計（熱媒）

13 排ガス

15 熱媒管

21、22、23、24 排ガス圧力計

25、26、27、28 排ガス温度計

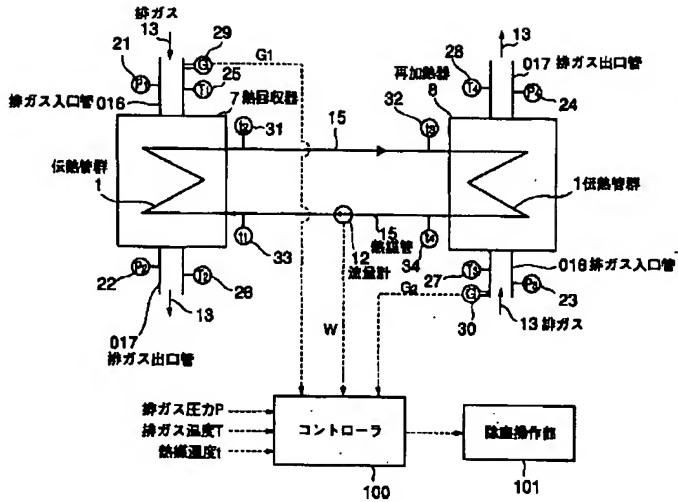
29、30 排ガス流量計

31、32、33、34 熱媒温度計

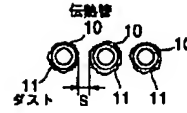
100 コントローラ

101 除塵制御部

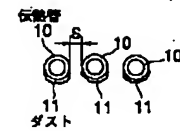
【図1】



【図2】



【図3】



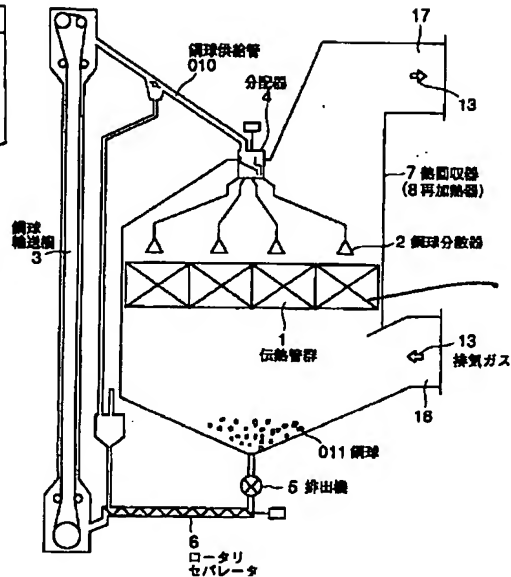
【図4】

F	鋼球敷布量(MR)
1.0~1.1	200kg
1.1~1.2	250
1.2~1.3	300
1.3~1.4	350

【図5】

F	除塵間隔(MR)
1.0~1.1	7日後
1.1~1.2	6日後
1.2~1.3	5日後
1.3~1.4	4日後

【図6】



HEX tube group

【図7】

